

BEST AVAILABLE COPY

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2 0 0 2 年 1 1 月 8 日

出 願 番 号
Application Number:

特 願 2 0 0 2 - 3 2 6 0 6 6

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

country code and number
of your priority application,
as used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 2 - 3 2 6 0 6 6

願 人
Applicant(s):

エプソントヨコム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 6 年 5 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】 特許願

【整理番号】 TY02031

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目 1 番 1 号
 東洋通信機株式会社内

 【氏名】 岩田 浩一

【特許出願人】

 【識別番号】 000003104

 【氏名又は名称】 東洋通信機株式会社

 【代表者】 吉川 英一

【代理人】

 【識別番号】 100085660

 【氏名又は名称】 鈴木 均

 【電話番号】 03-3380-7533

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 060613

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9000067

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電基板、圧電振動素子、圧電振動子、圧電発振器、圧電基板ウェハ、圧電基板ウェハの構造、及び製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、異方性を有した圧電結晶から成るものにおいて、

前記環状部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えており、

前記圧電基板の外形寸法は、前記他の結晶軸方向の基板長さよりも、前記一方の結晶軸方向の基板長さが長いことを特徴とする圧電基板。

【請求項 2】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した A T カット水晶から成る圧電基板において、

前記 A T カット水晶から成る圧電基板の外形寸法は、 z' 軸方向寸法が、 x 軸方向寸法よりも長いことを特徴とする圧電基板。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備え、前記凹陷部側の励振電極から延びるリード電極は前記緩やかな傾斜角度を備えた環状部内壁を経て引き出されることを特徴とする圧電振動素子。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の長手方向一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする表面実装型の圧電発振器。

【請求項 6】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、前記環状部の一辺を延長形成した張り出し部を備えた

ものにおいて、

前記張り出し部の終端縁に、圧電基板の表裏両面側に貫通する少なくとも一つ凹状切欠きを備えたことを特徴とする圧電基板。

【請求項 7】 前記凹状切欠きは、前記張り出し部の終端縁の両端角部に夫々一個ずつ配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の圧電基板。

【請求項 8】 請求項 6、又は 7 の何れか一項に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から前記張り出し部の終端縁に夫々延びるリード電極と、を備え、何れか一方のリード電極は前記凹状切欠き内を経て反対側面に引き回されて該反対側面に形成した接続パッドと導通していることを特徴とする圧電振動素子。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の張り出し部の同一面上に並置された 2 つの接続パッドを、表面実装用のパッケージ内の各パッドと夫々導電性接着剤にて接着保持したことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする表面実装型圧電発振器。

【請求項 11】 請求項 6 乃至 8 に記載の圧電基板を複数個シート状に連結した圧電基板ウェハであって、

前記凹状切欠きは、ウェハ上において隣接し合う圧電基板個片間に跨る貫通穴を形成することにより両圧電基板個片上に同時に形成されることを特徴とする圧電基板ウェハの構造。

【請求項 12】 請求項 6 又は 7 に記載の圧電基板を複数個シート状に連結した圧電基板ウェハであって、

隣接し合う前記圧電基板個片間には、未使用領域が配置されており、

前記凹状切欠きは、一つの圧電基板個片と隣接する未使用領域間に跨る貫通穴を形成することにより該圧電基板個片上に形成されることを特徴とする圧電基板ウェハ。

【請求項 13】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板において、

前記凹陷部の反対側の基板面に振動部の板厚微調整加工部を備えたことを特徴とする圧電基板。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備えたことを特徴とする圧電振動素子。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする表面実装型の圧電発振器。

【請求項 17】 請求項 13 に記載の圧電基板を複数個シート状に連結したことを特徴とする圧電基板ウェハ。

【請求項 18】 前記圧電基板ウェハは、圧電基板個片間に 2 本の平行な分割溝を介してデッドスペースを介在させた構成を備えていることを特徴とする請求項 17 に記載の圧電基板ウェハ。

【請求項 19】 請求項 17 又は 18 に記載の圧電基板ウェハ上の各圧電基板個片の凹陷部と反対側面に形成した振動部の板厚微調整加工部は、凹陷部よりも大きい開口部を複数個配列した基盤目状のガイドマスクを圧電基板ウェハの該反対側面に当接した状態で、該ガイドマスクの各開口部内にエッチング液を充填することによって加工形成されることを特徴とする圧電基板ウェハの製造方法。

【請求項 20】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、両主面上に夫々凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、異方性を有した圧電結晶から成るものにおいて、

前記各凹陷部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えており、

前記各凹陷部の各内底面の端縁のうち前記一方の結晶軸方向側の端縁同士的位置が合致するように構成されていることを特徴とする圧電基板。

【請求項 21】 前記圧電基板は、AT カット水晶であることを特徴とする

請求項 20 に記載の圧電基板。

【請求項 22】 請求項 20 又は 21 に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備えたことを特徴とする圧電振動素子。

【請求項 23】 請求項 22 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の長手方向一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 24】 請求項 23 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする表面実装型の圧電発振器。

【請求項 25】 薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、両主面上に夫々凹陷部を形成した構成の圧電基板であって異方性を有した圧電結晶から成り、且つ前記各凹陷部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えた圧電基板の製造方法において、

平板状の圧電基板の両主面に対して夫々前記各凹陷部を掘削形成するためのマスクを被覆するマスク形成工程と、

前記各マスクを被覆した圧電基板に対してエッチングを行うことにより、各マスクの開口内に露出した圧電基板の両主面に夫々凹陷部を形成する凹陷部形成工程と、
から成り、

前記各マスクの位置を、前記一方の結晶軸方向にずらすことにより、前記各凹陷部の各内底面の端縁同士を合致させたことを特徴とする圧電基板の製造方法。

【請求項 26】 前記圧電基板は、複数の圧電基板個片をシート状に連結した圧電基板ウェハであることを特徴とする請求項 25 に記載の圧電基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は超薄肉の振動部を厚肉の環状部で一体的に包囲した構造の圧電基板、この圧電基板に励振電極等の導電パターンを形成した圧電振動素子、圧電振動素子をパッケージ内に気密封止した圧電振動子、更にはこの圧電振動子を用いた圧電発振器、圧電基板ウェハの改良に関し、特に異方性を有した圧電結晶材料から成る圧電基板面にエッチングによって凹陷部を形成することによって前記振動部を形成した場合に、環状部内壁に発生するエッチング残渣（緩斜面）を利用することによって、圧電基板の超小型化に対応した最適の形状を実現する技術、及び品質を維持しながらバッチ処理における量産性を高める技術に関するものである。更に、本発明は、圧電基板ウェハ上に複数の凹陷部を一括形成した後に、凹陷部底面の振動部の肉厚を微調整するのに好適な加工方法、及び限られた狭い圧電基板内において可能な限り広い面積の振動部を確保するための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

[第一の従来例]

水晶振動子等の如く圧電振動素子をパッケージ内に気密封止した構造の表面実装型の圧電デバイスは、携帯電話機、ページャ等の通信機器や、コンピュータ等の電子機器等において、基準周波数発生源、フィルタ等として利用されているが、これらの各種機器の小型化に対応して圧電デバイスに対しても小型化が求められている。

また、表面実装用の圧電デバイスとしての圧電発振器は、例えばセラミック等から成るパッケージ本体の上面に形成された凹所内に、圧電振動素子と、発振回路を構成する回路部品を収納した状態で凹所開口を金属蓋により封止した構成を備えている。

従来から、上記の如き圧電デバイスに使用される圧電振動素子として、高周波化に対応できるように圧電基板の片側表面を一部掘削することにより凹陷部を形成してその底面を薄肉の振動部とすると共に、この振動部周縁を厚肉の環状部により一体的に包囲した構造の圧電基板と、この振動部の表裏両面に夫々形成した入出力用の電極と接地電極と、から成る圧電振動素子が知られている（特開平9

－55635号公報）。

図9（a）及び（b）は、このような圧電振動素子の一例としてのATカット水晶振動素子の構成を示す斜視図、及び断面図である。この水晶振動素子100は、異方性を有した圧電結晶材料としてのATカット水晶から成る水晶基板101と、水晶基板の両主面に夫々形成した励振電極110、及び各励振電極110から延びるリード電極111と、各リード電極端部の接続パッド112と、を備えている。水晶基板101は、x軸方向に長尺な矩形平板状の基板本体の一方の主面上に凹陷部102をエッチングにより形成することにより、凹陷部102の内底面に超薄肉の振動部103を位置させると共に、振動部103の外周縁を厚肉の環状部104にて一体的に保持した構成を備えている。環状部104のx軸方向に位置する一辺104Aは、x軸方向へ所定長延長形成されて張り出し部105となっている。張り出し部105の一面上には、各リード電極111が引き出され、各リード電極111の端部には接続パッド112が位置している。

このようにATカットの水晶基板101の形状をx軸方向へ長尺に構成する理由は、励振時のx軸方向の波の伝搬速度がz軸方向の波の伝搬速度の約1.2倍であるため、x軸方向に長尺なx軸ロング構造を採るのが慣例となっていた。

水晶基板101上に凹陷部102を形成する方法として化学エッチングを採用した場合には、異方性結晶材料としての水晶の特性から、エッチングを終了した際にz軸方向に位置する環状部104の内壁にエッチング残渣としての傾斜角度 θ が小さい緩やかな緩斜面104a、104bが形成される。

図9（c）は、上記の如き構成を備えた水晶振動素子100を表面実装用のパッケージ120内にマウントした状態を示す断面図であり、凹陷部102を下向きにした水晶振動素子100の接続パッド112を、パッケージ120の内底面に配置したパッド121上に導電性接着剤122を介して電氣的機械的に固定する。パッケージ120の上部開口は金属蓋123にて気密封止する。

【0003】

ところで、上記の如き水晶基板101（或いは、水晶振動素子100）を大面積の圧電基板ウェハを用いてバッチ処理により生産する場合、図10に示した如く水晶振動素子個片100の配列がレイアウトされる。即ち、ウェハ130上に

は、予め縦横に交差する複数の直線状ダイシング溝（分割溝）131を基盤の目状に形成し、溝間に形成される矩形領域が個々の水晶基板101となる。凹陷部102に相当する水晶基板面だけを露出させたマスク（レジスト膜）をウェハ130上に被覆した状態で所要のエッチャントを用いてエッチングを実施すると、図示の如くエッチング速度が遅い結晶方向に相当するz軸方向の内壁にエッチング残渣としての緩やかな緩斜面104a、104bが形成される。その後、各個片領域に蒸着等の方法により励振電極110、リード電極111、接続パッド112等を形成してから、ダイシング溝131に沿って切断することにより、個片としての水晶振動素子100が完成する。

【0004】

ところで、縦横寸法が 2.5×2.0 mmである超小型パッケージ内に収納される水晶基板の縦横寸法は、 1.3×0.9 mm未満と、更に超小型化せざるを得ない。一方、ウェハ130を用いたバッチ処理を実施する際には、一枚のウェハから採取できる水晶基板の数を増やしてその量産性を高めるために、水晶基板個片間の間隔を接近させて密集配置する必要があるが、上記の如き超小型化の水晶基板を生産する場合には、図示の如く、ダイシング溝131と、凹陷部102の3つの外周縁との間隔wが極めて狭くなり、分割後に十分な幅と十分な強度を備えた環状部104を確保することが困難となる。このため、ダイシング溝131に沿ってダイシングブレード等の分割手段によって切断した場合に、環状部104と振動部103にひび割れが形成され易くなり、生産性が大幅に低下するという問題があった。

【0005】

また、図9（a）に示した如く、振動部103の表裏両面に夫々形成された励振電極110から夫々延びるリード電極111は、傾斜が急峻なx軸方向に位置する環状部104の一辺104Aの内壁に沿って引き出す必要があるため、急角度で屈曲している角部にて導電パターンが断線し易いという問題がある。

更に、図9（c）のように接続パッド112は、内壁の傾斜が急峻な一辺104Aと連続した張り出し部105上に形成され、導電性接着剤122でパッケージ内底面のパッド121と接続されることにより、水晶振動素子全体が片持ち状

態で支持されることになるが、この場合、導電性接着剤 122 を接着した位置から振動部 103 までの距離が短くなるため、水晶振動素子の自重によるストレスが振動部 103 にかかり易くなり、振動部に歪みが発生し、共振周波数変動の原因となる。

【0006】

[第2の従来例]

次に、図 11 (a) 及び (b) は他の従来例に係る表面実装型水晶振動子の断面図、及び A-A 断面図であり、水晶振動素子 100 をパッケージ 120 の凹所内に片持ち支持した状態で金属蓋 123 により気密封止した構成を備えている。水晶基板 101 の張り出し部 105 の表裏両面上には、夫々 2 つの接続パッド 112 a、112 b が形成されている。この場合、パッケージ内底面と対面する接続パッド 112 a は対応する位置関係にあるパッド 121 a と導電性接着 122 にて容易に電氣的機械的に接続されるが、他方の接続パッド 112 b は、水晶基板の平坦面側に位置しているため対応するパッケージの凹所内に設けたパッド 121 b と接続するためには、接着剤を二度盛りする必要がある。接着剤の二度盛りにおいては、パッド 121 b と水晶基板下面との間に第一回目の接着剤を塗布してから、上側の接続パッド 112 b と第一回目の接着剤とを接続するように第二回目の接着剤塗布が行われる。

しかし、導電性接着剤 122 を二度盛りした場合には、上側の接続パッド 112 b 上に接着剤の一部が突出し、接着剤と金属蓋 123 下面との接触を回避するために、パッケージ 120 の外周壁の高さを大きく設定する必要がある。この結果、パッケージの低背化に支障が生じ、小型化の要請に反する結果をもたらす。

このような不具合を解消するため従来は、図 11 (c) に示した如く、上面側の接続パッド 112 b 端縁に相当する基板端縁に、内壁全体に導体膜を備えた凹状切欠き 140 (140 a、140 b) を形成し、凹状切欠き 140 b 内壁の導体膜と上面側接続パッド 112 b とを導通させる一方で、対応する基板下面側にも凹状切欠き 140 b 内壁の導体膜と導通する下側の接続パッド 112 b' を形成する。このため、下側の接続パッド 112 b' とパッケージ内底面のパッド 1

21bとを導電性接着剤122により接続することにより、一回の接着剤塗布により上側の接続パッド112bとパッド121bとの電氣的導通を確保することができる。

上記の如き凹状切欠きの形成に当たっては、図11(d)に示す如く、大面積の圧電基板ウェハ130に対するマスク（レジスト膜）を用いた化学エッチングにより水晶基板個片101の表裏両面側から小凹所の掘削を行い、両小凹所を連通させることにより貫通穴140Hを形成してから、貫通穴内壁に導電膜を塗布し、ダイシング溝131に沿って分割する手順が行われる。しかし、例えば縦横寸法が1.3×0.9mm以下の超小型水晶振動素子上の接続パッド112b内に形成される個々の貫通穴140Hの径（幅）は μ mオーダーの微小寸法とならざるを得ないため、表裏両面側から形成される両小凹所間が完全に連通しないエッチング不良が多発し易くなる。一方、凹状切欠き140を構成する貫通穴140Hは、面積が極限された接続パッド112bの狭い面積内に形成される以上、その大径化に限界がある。特に、極めて小面積の圧電基板の一端縁に沿って2つの貫通穴を形成すること自体が困難である。

従って、大面積の圧電基板ウェハ130上に凹状切欠き140を構成する貫通穴140Hを化学的エッチングにより形成する際の貫通穴形成不良に起因した超小型水晶振動素子の歩留まりの低下という問題の解決が従来から強く望まれていた。

【0007】

なお、凹状切欠き140を水晶基板101の端縁に2個設ける理由は、一方の凹状切欠き140bについては、上述の如く、下側の接続パッド112b上側の接続パッド112bとパッケージ側のパッド121bとの導通を確保する為であり、他方の凹状切欠き140aについては、下側の接続パッド112aと導通した上側の接続パッド112a'を水晶基板の上面に設けるためである。この結果、ウェハ130上に形成された個々の水晶振動素子についての共振周波数等の特性を測定する際に、水晶基板の上面に配置された2つの接続パッド112b、112a'、或いは、下面側の2つの接続パッド112a、112b'に対して、測定器のプロープピンを同一方向から当接させた測定が可能となる。これは、基

板上の同一面上に位置する 2 つの接続パッドにプローブピンを当接させた測定を行うことが最も効率的だからである。

また、水晶振動素子 100 をパッケージ内に搭載する際の方角としては、図 1 1 (a) のように凹陷部側を常に下向きにする訳ではなく、凹陷部側を上向きにした搭載も行われる。このため、各接続パッドを基板の両面に 2 個ずつ配置しておけば、一つの水晶振動素子 100 を任意の向きにて、パッケージ内へ搭載することができる。

【0008】

[第 3 の従来例]

次に、複数の圧電基板を縦横に配列して連結した構成を備えたシート状の圧電基板ウェハ上の各個片領域に凹陷部を化学エッチングによって形成した際に、全ての凹陷部底部の超薄肉振動部の肉厚を均一化することは困難である。このため、従来は、予め各凹陷部毎にその深さ、換言すれば各凹陷部内の振動部の肉厚のばらつきを測定しておき、規定肉厚に達しない振動部の肉厚を微調整するために各凹陷部毎に個別にエッチング液を用いた調整作業を行っていた。

図 1 2 (a) 及び (b) は、従来の凹陷部毎の微調整方法を説明するための図であり、圧電基板ウェハ 130 の一方の主面上に図示しないマスク（レジスト膜）を被覆した状態でマスクの各開口部から露出したウェハ面だけを一括してエッチングすることにより、凹陷部 102 を一括形成する。このようなエッチングによる一括作業では、各凹陷部 102 の底部に位置する振動部 103 の肉厚は一定とはならないため、各凹陷部 102 内の振動部 103 の肉厚を予め測定しておき、次いで、符号 150 で示した如き碁盤目状の構成を備えたガイドマスクをウェハ 130 の凹陷部側面に密着配置した状態で、個別エッチングを実施する。即ち、ガイドマスク 150 は、例えば樹脂薄板に所定のピッチにて矩形、その他の形状の開口 152 を形成した構成を備え、碁盤目状に交差した仕切り部 151 間に、凹陷部 102 の平面形状と整合した形状の開口 152 が複数形成されている。このガイドマスク 150 を、図 1 2 (b) のように仕切り部 151 を凹陷部 102 の周縁の平面上に密着配置した状態でウェハ 130 上に固定する。この状態で、最大肉厚を有する振動部を備えた凹陷部から肉厚が薄い振動部を備えた凹陷部

の順に、予め計算された所要の時間差をもって、順次各凹陷部内にエッチング液 155 を適量ずつ充填してゆく。そして、全ての振動部の肉厚が一定値にまでエッチングされた時点で一括してウェハごと洗浄を行い、エッチング液を除去する。

【0009】

ところで、上記ガイドマスク 150 が有する開口 152 の寸法は、機械加工技術上の制限から微小化に限界があり、図 12 (b) に示した如き寸法が限界である。従って、例えば図 12 (c) に示した如く、更に微小サイズの圧電基板個片から成るウェハ 130 に形成した微小サイズの凹陷部 102 の振動部の肉厚を個別エッチングによって微調整する為には、大きいサイズの凹陷部用に製作したガイドマスク 150 をそのまま使用せざるを得なくなる。或いは、エッチング液を凹陷部内に確実に滴下する為には、最低限図 12 (b) に示した程度の大きさの開口 152 が必要となる。すると、図示した如く、仕切り部 151 の間の開口 152 内に凹陷部 102 とダイシング溝 131 が露出した状態となる。このような状態で、開口 152 内にエッチング液を充填した場合には、凹陷部内からはみ出したエッチング液がダイシング溝 131 内を浸透してエッチングしたくない部分までエッチングしてしまい当該部分の強度低下を来す。更に、(d) に示すように、エッチング液 155 の表面張力によって、凹陷部 102 内に充填されたエッチング液が凹陷部内底部に密着せずに、未充填空所 156 を形成する虞があり、この場合には個別エッチングが不良となる。

このようにウェハ上に一括形成した凹陷部の深さのばらつきを解消するために、凹陷部毎に個別にエッチング行おうとした場合には、使用するガイドマスク 150 の開口寸法についての制限から、エッチング不要箇所に対するエッチングが行われたり、或いは振動部に対するエッチングが不良となる虞がある。

【0010】

[第4の従来例]

次に、図 13 は、圧電基板の一例としての A T カット水晶基板の構成を示す断面図である。この水晶基板 101 は、異方性を有した圧電結晶材料としての A T カット水晶から成り、水晶基板 101 の両主面には夫々点対称形状の凹陷部 10

2a、102bが化学エッチングにより形成されている。即ち、水晶基板101は、矩形平板状の基板本体の両主面上にマスク（レジスト）160を被覆した状態で、凹陷部102a、102bをエッチングにより形成することにより、各凹陷部102a、102bの共通する内底面に超薄肉の振動部103を位置させると共に、振動部103の外周縁を厚肉の環状部104にて一体的に保持した構成を備えている。z軸方向とx軸方向へのエッチングの速度差により、各環状部104のz軸方向に位置する2つの辺の内壁104a、104bは、x軸方向側に位置する他の内壁よりも緩やかな傾斜面となっている。しかも、両内壁104a、104bの傾斜角度は異なっている。

しかし、このように同一開口形状を備えたマスク160を、水晶基板101の両面の同一位置に整合させた状態で被覆してエッチングを行うと、図示の如く各凹陷部102a、102bのz軸方向側の各内壁104a、104bが対称の位置関係となり、各凹陷部102a、102bの内底面の端縁102a'、102b'の位置が合致しない。このように各凹陷部102a、102bの内底面の端縁102a'、102b'の位置がz軸方向にずれているため、両内底面が合致せず、振動部103の面積が狭くなり、有効薄肉領域（有効振動領域）が狭くなる。このため、この水晶基板に電極等を形成することによって製造された水晶振動素子の特性が低下するという問題があった。特に、圧電基板の小型化が進行すると、このような不具合が深刻化する。

【特許文献1】特開平9-55635号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記に鑑みてなされたものであり、第一の従来例に対応する第一の課題は、異方性を有した圧電結晶材料から成る圧電基板面にエッチングによって凹陷部を形成することによって振動部を形成した超小型の圧電基板を、大面積の圧電基板ウェハを用いたバッチ処理により量産する場合に、凹陷部を包囲する環状部の肉厚を十分に確保して分割時のひび割れを防止することにある。また、環状部内壁に発生するエッチング残渣により形成される急峻な傾斜面を避けた環状部内壁を経由して導電パターンを配線することによって断線を防止することを他の

課題とする。更に、パッケージ内に圧電振動素子を片持ち状態で支持した場合に、片持ち支持部から振動部までの距離を可能な限り離間させることにより、水晶振動素子の自重に起因したストレスが振動部に加わることを防止することを他の課題とする。このように、第一の課題は、超薄肉の振動部と、それを包囲する厚肉の環状部を備えた圧電基板において、圧電基板の超小型化に対応した最適の形状を実現することにある。

第二の従来例に対応する第二の課題は、圧電基板個片をシート状に連結した大面積の圧電基板ウェハ上に、各基板個片の表裏両面に夫々接続パッドを2個ずつ形成するための電氣的接続手段としての貫通穴（凹状切欠き）を化学的エッチングにより形成する際に、貫通穴の開口寸法の大型化に制約があることに起因して発生する貫通穴形成不良と、それに起因した生産性の低下を防止することにある。

第三の従来例に対応する第三の課題は、圧電基板ウェハ上に複数の凹陷部を一括形成した後に、個々の凹陷部内の振動部の肉厚を時間差によるエッチングにより個別調整する場合に発生する種々の不具合を解決するために、凹陷部内にエッチング液を充填する調整作業に代えて、平坦面側からエッチングを行うことにより、振動部の微調整を行うようにすることにある。

第四の従来例に対応する第四の課題は、異方性結晶材料から成る圧電基板の両主面に夫々化学エッチングにより凹陷部を形成することによって薄肉の振動部を形成した圧電基板において、振動部を介して対向配置された両凹陷部の位置が一方の結晶軸方向にずれていることにより、有効な振動領域が狭く形成される不具合を解決することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項1に係る圧電基板は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、異方性を有した圧電結晶から成るものにおいて、前記環状部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えており、

前記圧電基板の外形寸法は、前記他の結晶軸方向の基板長さよりも、前記一方の結晶軸方向の基板長さが長いことを特徴とする。

異方性圧電材料を、直交する 2 つの結晶軸に沿った平板状の圧電基板に加工した場合、この圧電基板面に化学エッチングにより凹陷部を形成すると、一方の結晶軸方向へのエッチング速度が他方のエッチング速度よりも速くなるため、凹陷部を構成する環状部の内壁のうち、エッチング速度が遅い結晶軸方向側の内壁が緩やかな傾斜面（緩斜面）となる。本発明では、環状部の内壁のうちこのような緩斜面を備えた一辺を延長形成して張り出し部としたので、大面積の圧電基板ウェハを用いたバッチ処理により圧電基板（圧電振動素子）を量産する際に、同一面積でありながら、個片間を区画するダイシング溝等の分割溝と凹陷部との間の幅を十分に確保することができ、その結果環状部の肉厚を大きく確保できる。従って、分割溝に沿った切断時に環状部にひび割れが発生することが無くなる。この結果、超薄肉の振動部と、それを包囲する厚肉の環状部を備えた圧電基板において、圧電基板の超小型化に対応した最適の形状を実現することができる。

請求項 2 に係る圧電基板は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した A T カット水晶から成る圧電基板において、前記 A T カット水晶から成る圧電基板の外形寸法は、 z' 軸方向寸法が、 x 軸方向寸法よりも長いことを特徴とする。

前記圧電基板として、A T カット水晶基板を採用した場合には、 z 軸方向に沿った基板長さを x 軸方向に沿った基板長さよりも長く構成することが好ましい。

【0013】

請求項 3 に係る圧電振動素子は、請求項 1 又は 2 に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備え、を備え、前記凹陷部側の励振電極から延びるリード電極は前記緩やかな傾斜角度を備えた環状部内壁を経て引き出されることを特徴とする。

これによれば、環状部内壁に発生するエッチング残渣により形成される急峻な傾斜面を避けた環状部内壁を経由してリード電極（導電パターン）を配線するこ

とによって断線を防止することができる。

請求項4に係る圧電振動子は、請求項3に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の長手方向一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする。

これによれば、パッケージ内に圧電振動素子を片持ち状態で支持した場合に、片持ち支持部から振動部までの距離を可能な限り離間させることにより、水晶振動素子の自重に起因したストレスが振動部に加わることを防止できる。

請求項5に係る表面実装型の圧電発振器は、請求項4に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

【0014】

請求項6に係る圧電基板は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、前記環状部の一辺を延長形成した張り出し部を備えたものにおいて、前記張り出し部の終端縁に、圧電基板の表裏両面側に貫通する少なくとも一つ凹状切欠きを備えたことを特徴とする。

圧電基板の張り出し部の同一面上に、表裏2つの励振電極と導通接続された接続パッドを配置する場合には、導電性接着剤を一回塗布するだけで、パッケージ内底面のパッドとの接続が可能となり、パッケージの外周壁の大型化を防止できる。一方、前記張り出し部の表裏両面側に夫々2つの接続パッドを配置した場合には、圧電振動素子をパッケージ内に搭載する際の表裏の方向性を任意に選択することができるため、張り出し部の終端縁に2つの凹状切欠きを配置して表裏両面に夫々2つずつ配置した接続パッド同士を導通させる必要がある。この際、従来のように、張り出し部の終端縁の幅内に2つの凹状切欠きを配置するとすれば、個々の凹状切欠きの幅が極小となり、圧電基板ウェハに対するエッチングによって表裏両面側に貫通した凹状切欠き（貫通穴）を形成できなくなる虞が高まる。そこで、本発明では、ウェハ上において隣接し合う基板個片領域に跨った長穴状の貫通穴を形成することにより、エッチング不良による凹状切欠きの形成不良が発生することを防止できる。

請求項7に係る圧電基板は、請求項6において、前記凹状切欠きは、前記張り

出し部の終端縁の両端角部に夫々一個ずつ配置されていることを特徴とする。

このように、圧電基板ウェハ上における一つの圧電基板の張り出し部の終端縁の両端角部に対して隣接する領域に跨った前記貫通穴を形成することが有効である。

請求項 8 に係る圧電振動素子は、請求項 6、又は 7 の何れか一項に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から前記張り出し部の終端縁に夫々延びるリード電極と、を備え、何れか一方のリード電極は前記凹状切欠き内を経て反対側面に引き回されて該反対側面に形成した接続パッドと導通していることを特徴とする。

張り出し部の同一面上に 2 つの接続パッドを並置したり、張り出し部の表裏両面に夫々 2 つの接続パッドを並置することができる。

【0015】

請求項 9 に係る圧電振動子は、請求項 8 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の張り出し部の同一面上に並置された 2 つの接続パッドを、表面実装用のパッケージ内の各パッドと夫々導電性接着剤にて接着保持したことを特徴とする。

請求項 10 に係る表面実装型圧電発振器は、請求項 9 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

請求項 11 に係る圧電基板ウェハの構造は、請求項 6 乃至 8 に記載の圧電基板を複数個シート状に連結した圧電基板ウェハであって、前記凹状切欠きは、ウェハ上において隣接し合う圧電基板個片間に跨る貫通穴を形成することにより両圧電基板個片上に同時に形成されることを特徴とする。

ウェハ上において隣接し合う個片領域間に跨るように貫通穴を形成する際には、貫通穴の長さを大きくできる。この結果、圧電基板上の表裏両面側から夫々同時に小凹所をエッチング形成する場合に、確実に両小凹所間を連通させて貫通穴を完成することができることとなる。或いは、一つの圧電基板の端縁に設ける凹状切欠きは 2 個である必要はなく、張り出し部の終端縁の幅内部に設けた一つの長穴であっても良い。この場合には、ウェハ上の圧電基板個片の張り出し部終端縁の幅内に長穴状の貫通穴を形成すればよい。

請求項 12 に係る圧電基板ウェハは、請求項 6 又は 7 に記載の圧電基板を複数

個シート状に連結した圧電基板ウェハであって、隣接し合う前記圧電基板個片間には、未使用領域が配置されており、前記凹状切欠きは、一つの圧電基板個片と隣接する未使用領域間に跨る貫通穴を形成することにより該圧電基板個片上に形成されることを特徴とする。

圧電基板個片の両隣側に圧電基板個片を直接配置すると、励振電極、リード電極、及び接続パッドを形成してから、プローブピンを各接続パッド上に当接して当該圧電振動素子個片の特性の測定を行う場合に、プローブピンの当接圧が共振周波数の変動をもたらし、正確な測定が不可能となる。そこで、圧電基板の両隣位置に未使用領域（ダミー領域）を配置し、当該未使用領域上に接続パッドを跨って形成する。そして、プローブピンを未使用領域上の接続パッドに対して当接して測定を行えば、プローブピンの当接圧力による悪影響が解消される。特に、圧電基板個片と未使用領域との間の基板面に分割溝を形成しておけば、当接圧力による悪影響がさらに減殺される。

【0016】

請求項13に係る圧電基板は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成の圧電基板において、前記凹陷部の反対側の基板面に振動部の板厚微調整加工部を備えたことを特徴とする。

圧電ウェハの一方の主面上に複数の凹陷部を所定のピッチにてエッチング形成した後で、凹陷部内の振動部の肉厚を微調整するために、ガイドマスクを基板面上に添設した状態で、個々の凹陷部内にエッチング液を充填することが従来から行われているが、凹陷部のサイズが超小型化すると、エッチング液が個片間に形成した分割溝を介して他の部位に浸透してエッチング不要箇所をエッチングすることによる基板強度の低下等の不具合が発生する。

本発明では、上記ガイドマスクをウェハの平坦面側に当接して、ガイドマスクの開口内にエッチング液を個別充填して振動部肉厚を微調整するようにしたので、上記従来の不具合が解消され、凹陷部サイズが超小型化した圧電基板における振動部の肉厚調整を確実化することができる。

請求項14に係る圧電振動素子は、請求項13に記載の圧電基板の前記振動部

の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備えたことを特徴とする。

請求項 15 に係る圧電振動子は、請求項 14 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする。

請求項 16 に係る表面実装型の圧電発振器は、請求項 15 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

請求項 17 に係る圧電基板ウェハは、請求項 13 に記載の圧電基板を複数個シート状に連結したことを特徴とする。

【0017】

請求項 18 に係る圧電基板ウェハは、請求項 17 において、前記圧電基板ウェハは、圧電基板個片間に 2 本の平行な分割溝を介してデッドスペースを介在させた構成を備えていることを特徴とする。

圧電基板個片間に十分なデッドスペースとなるダミー領域を配置することにより、ウェハの平坦面側からの肉厚調整作業に際してのエッチング液による悪影響を回避できる。

請求項 19 に係る圧電基板ウェハの製造方法は、請求項 17 又は 18 に記載の圧電基板ウェハ上の各圧電基板個片の凹陷部と反対側面に形成した振動部の板厚微調整加工部は、凹陷部よりも大きい開口部を複数個配列した碁盤目状のガイドマスクを圧電基板ウェハの該反対側面に当接した状態で、該ガイドマスクの各開口部内にエッチング液を充填することによって加工形成されることを特徴とする。

請求項 20 に係る圧電基板は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、両主面上に夫々凹陷部を形成した構成の圧電基板であって、異方性を有した圧電結晶から成るものにおいて、前記各凹陷部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えており、前記各凹陷部の各内底面の端縁のうち前記一方の結晶軸方向側の端縁同士的位置が合致するように構成されている。

ことを特徴とする。

異方性圧電結晶材料から成る圧電基板の表裏両面から同一形状のマスクを用いてエッチングによって凹陷部を形成する場合、表裏の各マスクの開口部の位置が合致していると、各凹陷部は点対称形状となり、各凹陷部の内底面の端縁（特に、エッチング速度が遅い軸方向側の端縁）同士の位置関係が一致しない。このため、薄肉の振動部の面積が狭くなる。

本発明では、表裏のマスクの開口部の端縁（特に、エッチング速度が遅い軸方向側の端縁）の位置を予め所定にずらしておくことにより、エッチング後に両凹陷部の端縁同士の位置が合致するようにした。このため、振動部の面積を最大にすることができ、信頼性の高い圧電基板、圧電振動子等を得ることができる。

【0018】

請求項 21 に係る圧電基板は、請求項 20 において、前記圧電基板が A T カット水晶であることを特徴とする。

請求項 22 に係る圧電振動素子は、請求項 20 又は 21 に記載の圧電基板の前記振動部の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を備えたことを特徴とする。

請求項 23 に係る圧電振動子は、請求項 22 に記載の圧電振動素子を構成する圧電基板の長手方向一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持したことを特徴とする。

請求項 24 に係る表面自走型の圧電発振器は、請求項 23 に記載の圧電振動子と、発振回路と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

請求項 25 に係る圧電基板の製造方法は、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより、両主面上に夫々凹陷部を形成した構成の圧電基板であって異方性を有した圧電結晶から成り、且つ前記各凹陷部は、一方の結晶軸方向側の内壁が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えた圧電基板の製造方法において、平板状の圧電基板の両主面に対して夫々前記各凹陷部を掘削形成するためのマスクを被覆するマスク形成工程と、前記各マスクを被覆した圧電基板に対してエッチングを

行うことにより、各マスクの開口内に露出した圧電基板の両主面に夫々凹陷部を形成する凹陷部形成工程と、から成り、前記各マスクの位置を、前記一方の結晶軸方向にずらすことにより、前記各凹陷部の各内底面の端縁同士を合致させたことを特徴とする。

請求項 26 に係る圧電基板の製造方法は、請求項 25 において、前記圧電基板は、複数の圧電基板個片をシート状に連結した圧電基板ウェハであることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に示した実施の形態により詳細に説明する。

[第1の従来例に対応する実施の形態]

図1(a)及び(b)は本発明の一実施形態に係る圧電振動素子の一例としてのATカット水晶から成る水晶振動素子1の外観斜視図、及び平面図である。

この水晶振動素子1は、異方性を有した圧電結晶材料としてのATカット水晶から成る水晶基板2と、水晶基板2の両主面に夫々形成した励振電極10a、10b、及び各励振電極10a、10bから夫々延びるリード電極11a、11bと、各リード電極端部の接続パッド12a、12bと、を備えている。

水晶基板2は、z軸方向に長尺な矩形平板状の基板本体の一方の主面上に凹陷部3をエッチングにより形成することにより、凹陷部3の内底面に超薄肉の振動部4を位置させると共に、振動部4の外周縁を厚肉の環状部5にて一体的に保持した構成を備えている。環状部5のz軸方向に位置する一辺5Aは、z軸方向へ所定長延長形成されて平板状の張り出し部6となっている。張り出し部6の一面上には、各リード電極11a、11bが引き出され、各リード電極11a、11bの端部には接続パッド12a、12bが位置している。

この実施形態に係る水晶振動素子1が従来例に係る水晶振動素子と異なる一つの特徴的な点は、水晶基板2をz軸方向に長尺なz軸ロングな長形状とし、その結果、環状部5の幅と強度を十分に大きく確保した点にある。従って、最も傾斜角度が緩やかな緩斜面5aは張り出し部6側に位置することとなる。また、振動部4の凹陷部側内底面に形成される励振電極10aから引き出されるリード電

極 11a を最も緩やかな緩斜面 5a に沿って配線することが可能となる。更に、パッケージ内に水晶振動素子を片持ち支持した場合における支持部と振動部との間の距離を可能な限り短くすることができる。

水晶基板 2 の主面上に凹陷部 3 を形成する際には、凹陷部 3 に相当する箇所のみを露出させた状態で他の箇所をマスクにて隠蔽し、所要のエッチャントを用いてエッチングを行うが、この際に、凹陷部 3 の 4 つの内壁のうち、z 軸方向に位置する各内壁 5a、5b には、x 軸方向に位置する各内壁よりも緩やかな緩斜面がエッチング残渣として形成される。本実施形態では、エッチングに際してのこの現象を利用して、凹陷部 3 の z 軸方向に張り出し部 6 が位置するように水晶基板 2 をレイアウトした。このため、ウェハ 30 上にダイシング溝等の分割溝 31 を介して各水晶基板個片を配列する場合には、図 1(c) のように横長の状態となる。この際、個々の水晶基板の面積は、図 10 に示した従来の水晶基板と同等である。

即ち、本発明においては、水晶基板自体の面積、形状を図 10 に示した従来例と同等に設定する一方で、水晶基板の長手方向が z 軸方向と一致するように構成している。従って、凹陷部 3 の 3 つの端縁と各分割溝 31 との間の間隔 w を十分に大きく確保することが可能となり、環状部 5 の肉厚をより厚くすることができるため、分割溝 31 に沿った切断分割時にひび割れが発生することを防止できることとなる。

【0020】

また、リード電極 11a、11b 間の間隔、及び接続パッド 12a、12b 間の間隔が夫々近すぎる場合には、電氣的な干渉が発生して水晶振動素子の特性に悪影響を及ぼす虞があるため、凹陷部側のリード電極 11a を緩斜面 5a に沿って形成した場合は、平坦面側のリード電極 11b はできる限りリード電極 11a から離間する経路にて凹陷部側面に配線する。

凹陷部側のリード電極 11a と接続された接続パッド 12a については張り出し部 6 の幅方向（x 軸方向）一端縁寄りに配置する一方で、平坦面側から凹陷部側へ引き回されたリード電極 11b については幅方向他端寄りに偏位させることにより他の接続パッド 12b を接続パッド 12a からできるだけ離間させる。

【0021】

次に、図2は図1に示した水晶振動素子1を表面実装用のパッケージ20内に搭載して気密収納した状態を示す断面図である。このパッケージ20は、凹所を備えたパッケージ本体21と、パッケージ本体21の凹所の開口を閉止する金属蓋26と、を備えている。パッケージ本体21は、外底面に形成した外部電極22と、凹所内底面に形成され且つ外部電極22と導通された内部電極23と、を備えており、内部電極23上に導電性接着剤25を介して接続パッド12を電気的機械的に接続することにより水晶振動素子1を片持ち状態で支持する。

この際、接続パッド12と内部電極23との接続部（支持部）と、振動部4とは、凹陷部3の内壁のうち最も傾斜角度の緩やかな緩斜面5aを介して連設された構成となっている。即ち、緩やかな傾斜を有した緩斜面5aを利用して接着剤による接続部を振動部4から遠ざけ、片持ち支持構造により振動部に加わる応力を緩和し、振動部に歪みが発生しにくくしている。

次に、図3は本発明の水晶振動素子1を表面実装型の水晶発振器に適用した例であり、この水晶発振器40は、例えば水晶振動素子1をパッケージ本体21内に設けた段差上の内部電極23上に導電性接着剤25により接続パッド12を固定して片持ち支持すると共に、パッケージ本体21の内底面上に設けたパッド上に発振回路等を構成する回路部品41を搭載した上で、パッケージ本体21の凹所を金属蓋26により封止した構成を備えている。

なお、上記実施形態は、異方性圧電結晶材料としてATカット水晶を例示したが、これは一例に過ぎず、本発明（他の実施形態についても同様）はあらゆる異方性圧電結晶材料に適用可能である。即ち、薄肉の振動部と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部と、を備えることにより少なくとも一方の主面側に凹陷部を形成した構成を備え、且つ異方性圧電結晶材料から成る圧電基板に対して本発明の圧電基板構造を適用することが可能であり、この場合、圧電基板の外形寸法を、環状部内壁のうち傾斜角度が最も小さい緩斜面が存在する方向に沿った基板長さを、該緩斜面が存在する方向と直交する方向に沿った基板長さよりも長く設定する。

このように構成することにより、環状部の厚肉化、リード電極の断線の防止、

及びパッケージ内に片持ち状態でマウントした場合における振動部での歪み発生防止、といった効果を発揮することが可能となる。

【0022】

[第2の従来例に対応する実施の形態]

図4 (a) (b) 及び (c) は第2の従来例に対応する本発明の一実施形態に係る水晶振動素子（水晶基板）の斜視図、パッケージに搭載した状態の断面図、及びウェアの構成説明図である。なお、本実施形態でも圧電材料として水晶基板を用いた例を示しているが、これは一例に過ぎず、本発明はあらゆるタイプの圧電材料に適用可能である。

この水晶振動素子1は、圧電結晶材料としてのATカット水晶から成る水晶基板2と、水晶基板2の両主面に夫々形成した励振電極10a、10b、及び各励振電極10a、10bから夫々延びるリード電極11a、11bと、各リード電極端部の接続パッド12a、12a'、12b、12b'と、を備えている。

水晶基板2は、薄肉の振動部4と、該振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部5と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部3を形成した構成の圧電基板であって、環状部5の一辺5Aを延長形成した張り出し部6を備えている。この張り出し部6の終端縁6aには、水晶基板2の表裏両面側に貫通する少なくとも一つの凹状切欠き7a、7bを備えている。この例では、終端縁6aの両端部、即ち張り出し部6の両角部に凹状切欠き7a、7bを備えており、各凹状切欠き7a、7bの内壁には各接続パッド12a、12a'、12b、12b'と導通する導体膜が形成されている。

凹陷部3側に設けた励振電極10aから延びるリード電極11aと接続された接続パッド12aは、凹状切欠き7aの内壁の導体膜を介して平坦面側に設けた接続パッド12a'と導通する。一方、基板の平坦面側に設けた励振電極10bから延びるリード電極11bと接続された接続パッド12bは、凹状切欠き7bの内壁の導体膜を介して凹陷部側に設けた接続パッド12b'と導通する。

なお、凹状切欠きを一つだけ設け、いずれか一方のリード電極のみを反対側面に引き回して、基板の反対側面に第2の接続パッドを配置するようにしてもよい。

このように本実施形態では、圧電基板 2 の振動部 4 の両面に夫々対向形成した励振電極 10 a、10 b から張り出し部 6 の終端縁 6 a に夫々延びるリード電極 11 a、11 b のうちの何れか一方を、凹状切欠き内の導体膜を経て反対側面に引き回し、該反対側面に接続パッドを配置しているので、図 4 (b) のようにパッケージ 20 内に凹陷部側を下向きにして水晶振動素子 1 を搭載する際に、凹陷部側の張り出し部 6 上に 2 つの接続パッド 12 a、12 b' が位置していることとなり、夫々導電性接着剤を一回塗布するだけでパッケージ側のパッド 23 a、23 b との接続が可能となり、その結果、基板の平坦面側に導電性接着剤が突出することがなくなる。このため、パッケージ 20 の外周壁の高さを導電性接着剤の突出量にあわせて高くする必要がなくなり、パッケージの低背化を実現できる。

また、張り出し部 6 の両面側に 2 個ずつの接続パッド 12 a、12 b' と、接続パッド 12 b、12 b' を夫々配置することにより、水晶振動素子 1 を任意の方向に向けた状態でパッケージ内に搭載することができる。

【0023】

次に、図 4 (c) に基づいて、本発明の圧電基板 2、或いは水晶振動素子 1 を大面積の水晶基板ウェハ（圧電基板ウェハ）30 を用いたバッチ処理により量産する手順を説明する。（なお、参考のため、図 4 (c) の一部にのみ導体パターンを形成した状態を示した。）即ち、本実施形態では、分割溝 31 を縦横に形成することによって分割溝間に形成される矩形のスペースを水晶基板個片とし、所要のエッチャントとマスクを用いた化学エッチング方法により、凹陷部 3 と、凹状切欠き 7 a、7 b を構成する貫通穴 7 H を形成する。このウェハの特徴的な構成は、凹状切欠きを構成する貫通穴 7 H を、左右に隣接し合う 2 つの基板個片に跨って形成することにより、張り出し部 6 の終端縁 6 a の両端角部に凹状切欠き 7 a、7 b が夫々位置するようにした点にある。

なお、貫通穴 7 H は、従来例の説明において言及した如く、基板の両面側の同一箇所から小凹所を同時に形成し、両小凹所を貫通させることにより形成される。そして、小凹所の径が過小な場合には、貫通不良が生じ易い不具合を有する。

このように本実施形態においては、凹状切欠き 7 a、7 b は、ウェハ 30 上に

において隣接し合う水晶基板個片間に跨る貫通穴 7 H を形成することにより両水晶基板個片上に同時に形成される。この際、貫通穴 7 H は、凹状切欠きを 2 個連結した大きな寸法を有するため、基板の表裏両面側の対応位置に夫々小凹所を同時にエッチング形成することにより、両小凹所を連通させた貫通穴を形成する際に、貫通不良が発生する虞が大幅に低減する。

その後、所要のマスクを用いた蒸着、スパッタリング等の任意の方法により、各基板個片の表裏に励振電極 10 a、10 b、リード電極 11 a、11 b、及び接続パッド 12 a、12 a'、12 b、12 b' を夫々形成すると共に、各凹状切欠き 7 a、7 b 内には導体膜を形成する。

これらの導体パターンの形成後に、平坦面側の接続パッド 12 a'、12 b、或いは凹陷部側の接続パッド 12 a、12 b' に対して測定装置のプロープピンを当接させることにより、各水晶振動素子個片の共振周波数等の特性を測定する作業が行われ、測定結果に基づいて個片毎の調整作業を行った後で、分割溝 3 1 に沿った切断が行われる。

【0024】

ところで、水晶基板ウェハ 3 0 上の各水晶基板個片上に励振電極等の導体パターンを形成して水晶振動素子個片を形成した後で、プロープピンを用いた水晶振動素子個片毎の特性を測定する作業が行われるが、この際、図 4 (c) のように個片同士が直近位置にて直接隣接し合っていると、測定対象となる一つの水晶振動素子個片に設けられた 2 つの接続パッド 12 a、12 b' に対するプロープピンの当接を左右の分割溝 3 1 の内側にて行うことになる。しかし、プロープピンを当接する位置と振動部 4 との距離は、0.5 mm 以下の至近距離であるため、プロープピンが各接続パッドを介して基板面に当接する僅かな圧力であっても、振動部 4 の共振周波数に影響を及ぼす虞があり、正確な測定が困難になる要因となっている。

図 5 はこのような不具合を解消するための実施形態に係る圧電基板ウェハの要部構成を示す平面図である。

この圧電基板ウェハ 3 0 の特徴的な構成は、水晶振動素子 1 (圧電基板 2) の左右両側に、分割溝 3 1 を介して個片を構成しない領域としてのデッドスペース

50を配置し、当該デッドスペース50上には、水晶振動素子個片上に設けた接続パッド12a、12b'、又は12a'、12bと夫々導通するダミー接続パッド51を形成するようにした点にある。各ダミー接続パッド51は、貫通孔7H（凹状切欠き7a、7b）内面の導体膜を介して隣接する位置にある表裏両面側の各接続パッドと導通している。

以上の構成を備えた圧電基板ウェハ30上の各振動素子個片1の特性測定を行う場合には、図示しない測定装置のプロブピンを接続パッド12a、12b'、又は12a'、12b上に直接当接させることなく、分割溝31を介して各接続パッドと隣接配置されたダミー接続パッド51に対してプロブピンを当接させた状態での測定を実施することができる。

この場合、ダミー接続パッド51に対してプロブピンを当接させることによって発生した応力の伝達は、分割溝31により遮断され、水晶振動素子個片1の振動部4に及ぼす影響が減殺され、正確な測定が可能となる。

なお、図示の例では、デッドスペース50の面積を隣接する圧電基板2と同等に図示したが、これは一例に過ぎず、デッドスペース50の面積を更に狭くしてもよい。

なお、図4、図5の実施形態では、夫々貫通穴7Hを隣接し合う個片領域間、或いは個片領域とデッドスペース間に跨って形成したため、一つの圧電基板2の張り出し部6の終端縁6aの両端部に一カ所ずつ、合計2個の凹状切欠き7a、7bが形成されたが、凹状切欠きの個数は1個であってもよい。

【0025】

図6（a）及び（b）は、他の実施形態に係る圧電基板ウェハの要部構成図、及び水晶振動素子個片の斜視図である。この圧電基板ウェハ30は、圧電基板個片2の張り出し部6の終端縁6aに沿って長穴状の貫通穴7Hを貫通形成した構成を備えるとともに、貫通穴7Hの内壁に分割導体膜7Cを形成することによって表裏両面側の接続パッド12a、12a'間、及び12b、12b'間を夫々導通させている。

励振電極10a、10b、リード電極11a、11b、接続パッド12a、12a'、12b、12b'、及び分割導体膜7Cを夫々形成し、各接続パッド、或

いはダミー接続パッド51（図5参照）を利用したプローブピンによる測定を行った後で、分割溝31に沿って切断分割することにより、図6（b）の如き個片が得られる。この際、貫通穴7Hに相当する部分は、分割溝31の軌跡に沿った切断により、凹状切欠き7となる。凹状切欠き7内壁の各分割導体膜7Cは互いに分離している。

これによれば、各個片毎に一個の貫通穴を形成すればよいので、エッチング時に使用するマスクの構成が簡略化され、製造コストが低減し、量産性が高まる。

なお、上記の如き構成を備えた圧電基板の振動部の両面に夫々励振電極を対向形成すると共に、各励振電極から張り出し部の終端縁に夫々延びるリード電極と、接続パッドとを形成することにより圧電振動素子が完成する。

また、上記圧電振動素子を構成する圧電基板の張り出し部の同一面上に並置された2つの接続パッドを、表面実装用のパッケージ内の各パッドと夫々導電性接着剤にて接着保持することにより圧電振動子が完成する。

更に、上記の如き圧電振動子を構成するパッケージ対して、発振回路を構成する回路部品を組み付けることにより、表面実装用の圧電発振器が完成する。

【0026】

[第3の従来例に対応する実施の形態]

図7（a）及び（b）は第3の従来例に対応する実施形態の説明図であり、本実施形態では予め開口部61（仕切り62）のサイズ、及びピッチが確定したガイドマスク60を、圧電基板ウェハ30の平坦面側に当接させ、各開口部61内に露出する各圧電基板個片2の振動部4の平坦面側を個別にエッチングする。

即ち、従来技術の説明にて言及した如く、機械加工技術上の制約から、ガイドマスク60の開口部61のサイズ、及びピッチの極小化には限界がある。このため、最小サイズの開口部61よりも更に小さい凹陷部3内の振動部4の肉厚を個別調整するとすれば、ガイドマスク60を使用せざるを得ない。しかし、従来の如く凹陷部側にガイドマスク60を当接した個別エッチングにはデメリットが多過ぎる。

そこで、本発明では、ウェハ30上の圧電基板個片2の配置間隔を、予めガイドマスク60の開口部61の開口寸法、ピッチに合わせて広く設定するとともに

、圧電基板個片 2 間の厚肉部上には 2 本の平行な分割溝 31 を形成する。各凹陷部 3 内の振動部 4 の肉厚は、予め測定済みの状態であり、肉厚の異なる振動部 4 を均一肉厚にエッチングするのに要する時間について予め算出しておく。

そして、ガイドマスク 60 の全ての開口部 61 の中心部に各振動部 4 が位置決めされる様に、ウェハ 30 の平坦面側にガイドマスク 60 を添設固定する。この状態で、各開口部 61 を介して各凹陷部内にエッチング液を所定の順序にて充填する。この際、肉厚の厚い振動部 4 を有した凹陷部から、順次薄い肉厚の振動部を有した凹陷部の順に、エッチング液を充填して行き、全ての振動部の肉厚が規定肉厚にまで薄肉化された時点でエッチング液を一括して洗浄する。

この結果、図 7 (c) に示すように、開口部 61 内に露出していたウェハ平坦面に凹陷部よりも広い面積を備えた微小凹所としての板厚微調整加工部 65 が形成された状態となる。なお、符号 50 は個片間に配置したダミー領域である。

【0027】

このように、本実施形態では、ウェハの平坦面側にガイドマスクを当接し、振動部の肉厚の微調整が必要な凹陷部内にエッチング液を時間差をもって充填し、エッチング終了時に一括洗浄するようにしたので、ウェハの凹陷部側にはエッチング液による悪影響が及ぼされることがなくなり、分割溝 31 を介してエッチング液が他所に浸透して不具合をもたらすことが無くなる。また、凹陷部内に充填されたエッチング液がその表面張力により凹陷部内壁に密着できないことによるエッチング不良等の不具合も勿論発生しない。

なお、圧電基板個片間に 2 本ずつの分割溝 31 を平行に配置することにより、2 本の分割溝間に位置する厚肉部はデッドスペースとなる。このデッドスペースの幅を十分に確保することにより、ある開口部 61 内に充填されたエッチング液が隣接する圧電基板個片に悪影響を及ぼす虞を回避することができる。このようにして凹陷部内の振動部 4 の肉厚調整を経たウェハ 30 を分割溝 31 に沿って切断分割することにより、凹陷部 3 の反対側の基板面に振動部 4 の板厚微調整加工部 65 を備えた圧電基板個片 2 を得ることができる。

このような構成を備えた圧電基板 2 の振動部 4 の両面に夫々励振電極を対向形成するとともに、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極

と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を蒸着等により形成することにより、圧電振動素子が完成する。

また、このような圧電振動素子を構成する圧電基板の一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持し、且つパッケージを蓋により気密封止することにより圧電振動子が完成する。

更に、上記圧電振動子を構成するパッケージの適所に発振回路を構成する回路部品を組付け一体化することにより、表面実装型の圧電発振器が完成する。

【0028】

[第4の従来例に対応する実施の形態]

次に、図8(a)は第4の従来例に対応する本発明の実施形態に係る圧電基板の断面図である。

ここでは、異方性を有した圧電結晶材料の一例としてATカット水晶から成る圧電基板を示す。

この水晶基板2は、薄肉の振動部4と、振動部4の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部5と、を備えることにより、両主面上に夫々凹陷部3a、3bを形成した構成を有する。各凹陷部3a、3bは、一方の結晶軸方向(z軸方向)側の内壁5a、5bが、これと直交する他の結晶軸方向(x軸方向)側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えている。そして、各凹陷部3a、3bの各内底面の端縁3a'、3b'の位置が合致するように構成されている。このため、振動部4の有効領域面積を最大とすることができる。

このような構成を備えた水晶基板2の凹陷部3a、3bを化学エッチングにより製造する場合は、図8(b)中に示した如く基板の表裏に夫々被覆形成する各マスク(レジスト)70a、70bの開口部70a'、70b'のz軸方向端縁の位置を所定距離しだけずらしておく。この所定距離しは、エッチングを行った際に、各凹陷部3a、3bの各内底面の端縁3a'、3b'の位置が合致することとなるように設定すればよい。

なお、上記の如き構成を備えた圧電基板2の振動部4の両面に夫々対向形成した励振電極と、各励振電極から圧電基板の長手方向一端縁に延びるリード電極と、各リード電極と夫々接続された接続パッドと、を形成することにより圧電振動

素子が完成する。

また、前記圧電振動素子を構成する圧電基板 2 の一端部を表面実装用のパッケージ内に片持ち状態で接着保持することにより圧電振動子が構築される。

また、前記圧電振動子を構成するパッケージに、発振回路を構成する回路部品を組み込むことにより表面実装型の圧電発振器が構築される。

なお、図 8 に示した如き圧電基板の製造に当たっては、平板状の圧電基板 2 の両主面に対して夫々各凹陷部を掘削形成するためのマスク 70 a、70 b を被覆するマスク形成工程と、各マスクを被覆した圧電基板に対してエッチングを行うことにより、各マスクの開口内に露出した圧電基板の両主面に夫々凹陷部 3 a、3 b を形成する凹陷部形成工程と、が実施されるが、マスク形成工程においては、各マスク 70 a、70 b の位置を、一方の結晶軸方向（z 軸方向）にずらすことにより、各凹陷部の各内底面の端縁 3 a'、3 b' 同士を合致させる。

なお、上記圧電基板 2 は、複数の圧電基板個片をシート状に連結した圧電基板ウェハであってもよく、この場合にはバッチ処理による量産が可能となる。

【0029】

【発明の効果】

以上のように、請求項 1 乃至 5 に対応する第一の本発明によれば、異方性圧電結晶材料から成る圧電基板面にエッチングによって凹陷部を形成することによって振動部を形成した超小型の圧電基板を、大面積の圧電基板ウェハを用いたバッチ処理により量産する場合に、凹陷部を包囲する環状部の肉厚を十分に確保して分割時のひび割れを防止することができる。また、環状部内壁により形成される急峻な傾斜面を避けた緩斜面を経由して導電パターンを配線することによって断線を防止することができる。更に、パッケージ内に圧電振動素子を片持ち状態で支持した場合に、片持ち支持部から振動部までの距離を可能な限り離間させることにより、水晶振動素子の自重に起因したストレスが振動部に加わることを防止することを他の課題とする。このように、第一の課題は、超薄肉の振動部と、それを包囲する厚肉の環状部を備えた圧電基板において、圧電基板の超小型化に対応した最適の形状を実現することにある。

請求項 6 乃至 12 に対応する第二の本発明によれば、圧電基板ウェハ上に、各

基板個片の表裏両面に夫々接続パッドを 2 個ずつ形成するための電氣的接続手段としての貫通穴（凹状切欠き）を化学的エッチングにより形成する際に、貫通穴の開口寸法の大型化に制約があることに起因して発生する貫通穴形成不良と、それに起因した生産性の低下を防止することができる。

請求項 13 乃至 19 に対応する第三の本発明によれば、圧電基板ウェハ上に複数の凹陷部を一括形成した後に、個々の凹陷部内の振動部の肉厚を時間差によるエッチングにより個別調整する場合に発生する種々の不具合を解決するために、凹陷部内にエッチング液を充填する調整作業に代えて、平坦面側からエッチングを行うことにより、各振動部肉厚の微調整を行うことができる。

請求項 20 乃至 26 に対応する第四の発明によれば、異方性結晶材料から成る圧電基板の両主面に夫々化学エッチングにより凹陷部を形成することによって薄肉の振動部を形成した圧電基板において、振動部を介して対向配置された両凹陷部の位置が一方の結晶軸方向にずれていることにより、有効な振動領域が狭く形成される不具合を解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(a) (b) 及び (c) は本発明の一実施形態に係る圧電振動素子の一例としての AT カット水晶から成る水晶振動素子の外観斜視図、平面図、及びウェハの要部構成図。

【図 2】

図 1 の水晶振動素子をパッケージ内に気密収納した水晶振動子の断面図。

【図 3】

本発明の水晶振動素子を表面実装型の水晶発振器に適用した例を示す図。

【図 4】

(a) (b) 及び (c) は第 2 の従来例に対応する本発明の一実施形態に係る水晶振動素子（水晶基板）の斜視図、パッケージに搭載した状態の断面図、及びウェハの構成説明図。

【図 5】

本発明の他の実施形態に係る圧電基板ウェハの要部構成を示す平面図。

【図 6】

(a) 及び (b) は、他の実施形態に係る圧電基板ウェアの要部構成図、及び水晶振動素子個片の斜視図。

【図 7】

(a) 及び (b) は第 3 の従来例に対応する実施形態の説明図、(c) は板厚微調整加工部の説明図。

【図 8】

(a) は第 4 の従来例に対応する本発明の実施形態に係る圧電基板の断面図、(b) は圧電振動子の断面図。

【図 9】

(a) 及び (b) は従来の圧電振動素子の一例としての AT カット水晶振動素子の構成を示す斜視図、及び断面図、(c) は水晶振動素子を表面実装用のパッケージ内にマウントした状態を示す断面図。

【図 10】

図 9 の圧電基板を形成する際に使用する圧電基板ウェアの要部構成図。

【図 11】

(a) 及び (b) は他の従来例に係る表面実装型水晶振動子の断面図、及び A-A 断面図、(c) は張り出し部終端縁に設けた凹状切欠きの構成を示す斜視図、(d) は圧電ウェアの要部構成図。

【図 12】

(a) (b)、及び (c) は、従来の凹陷部毎の微調整方法を説明するための図、(d) は従来の微調整方法の欠点を説明する為の図。

【図 13】

両面に凹陷部を備えた従来の圧電基板の断面図。

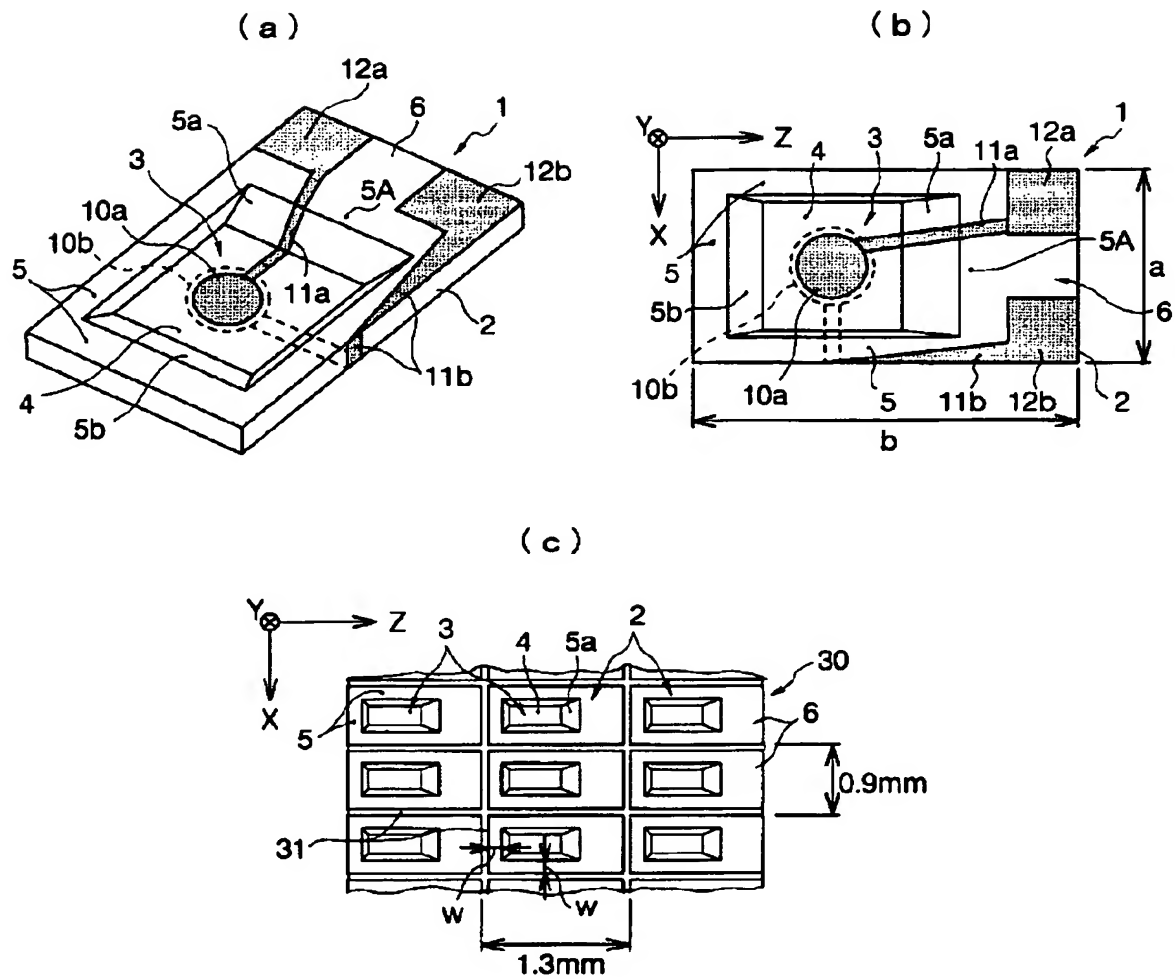
【符号の説明】

1 水晶振動素子（圧電振動素子）、2 水晶基板（圧電基板）、3 凹陷部、3 a、3 b 凹陷部、3 a'、3 b' 内底面の端縁、4 振動部、5 環状部、5 a 緩斜面、5 b 内壁、5 A 一辺、6 張り出し部、6 a 終端縁、7、7 a、7 b 凹状切欠き、7 H 貫通穴、10 a、10 b 励振電極、11

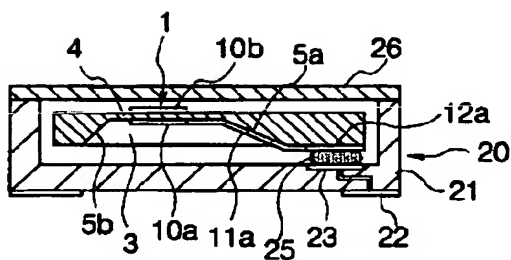
a、11b リード電極、12a、12b 接続パッド、12a'、12b'
接続パッド、20 パッケージ、21 パッケージ本体、22 外部電極、23
内部電極、25 導電性接着剤、26 金属蓋、30 水晶基板ウェハ（圧電
基板ウェハ）、31 分割溝、40 水晶発振器、41 回路部品、50 デッ
ドスペース、51 ダミー接続パッド、60 ガイドマスク、61 開口部、6
5 板厚微調整加工部、70a、70b マスク、70a'、70b' 開口部
。

【書類名】 図面

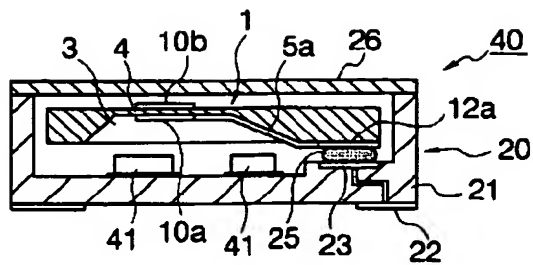
【図 1】



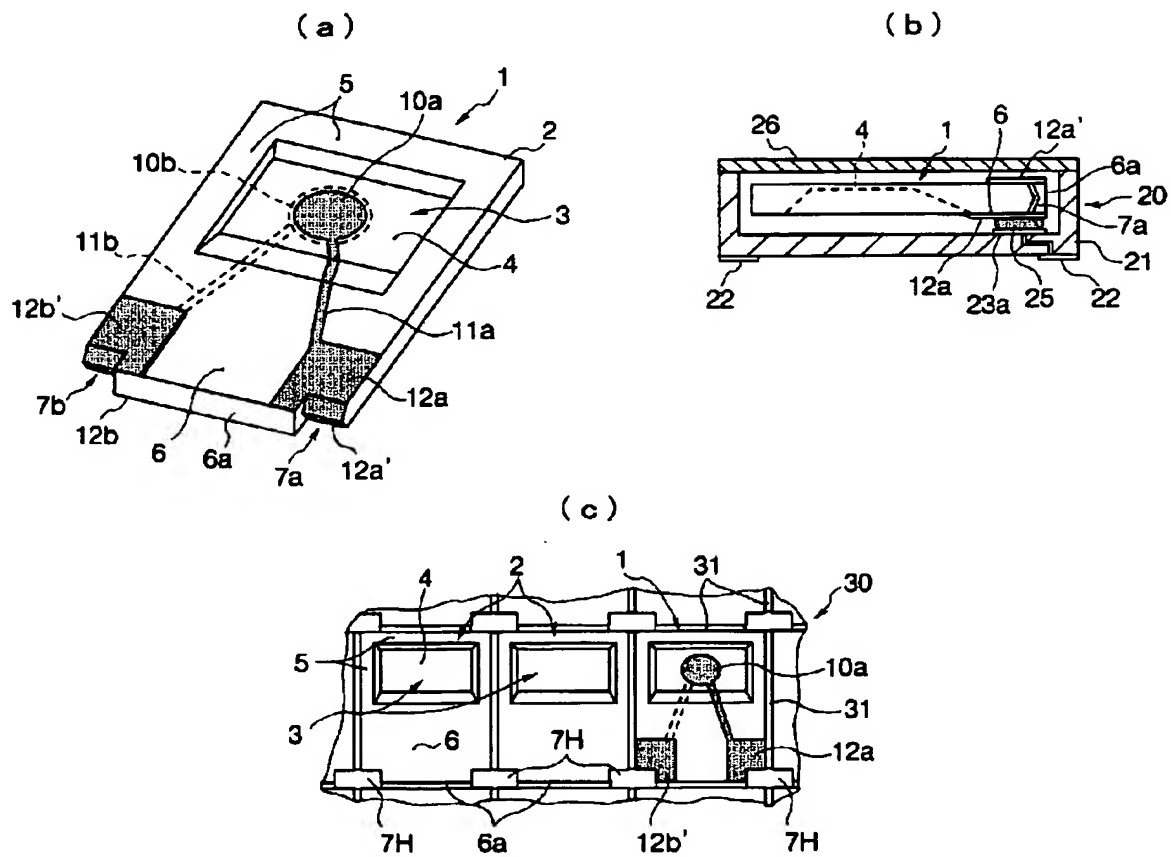
【図 2】



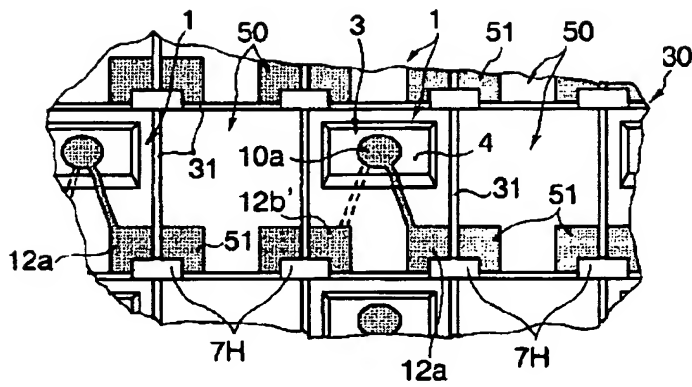
【図 3】



【図 4】

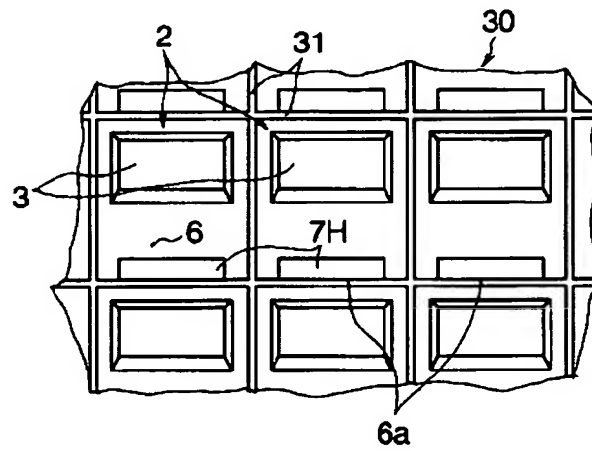


【図 5】

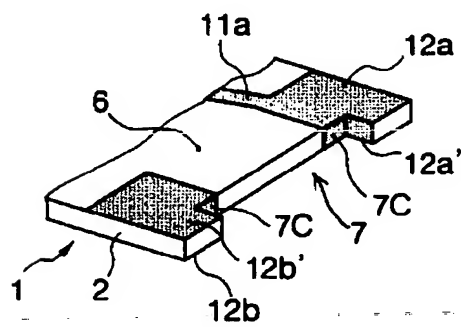


【図 6】

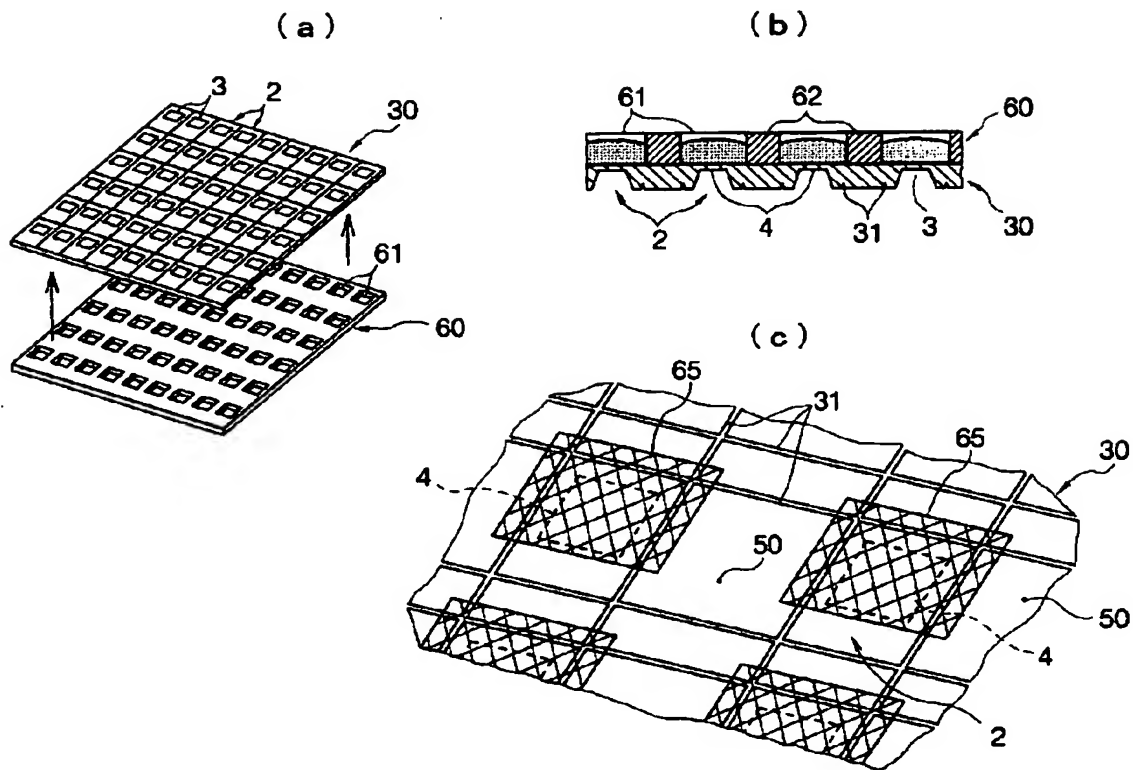
(a)



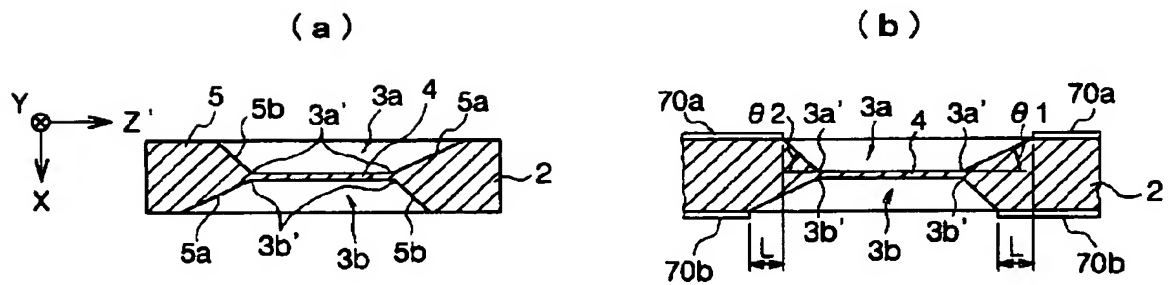
(b)



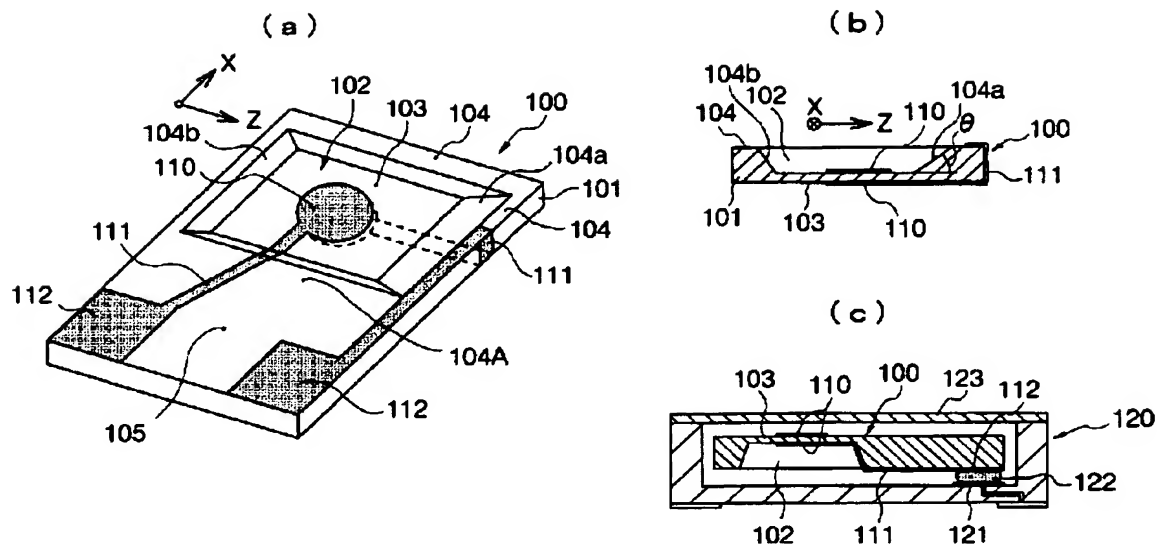
【図 7】



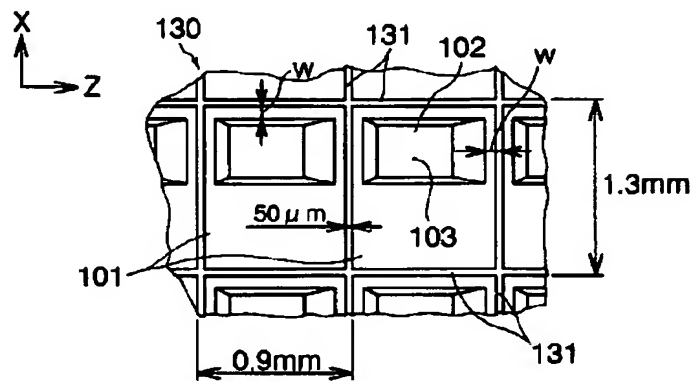
【図 8】



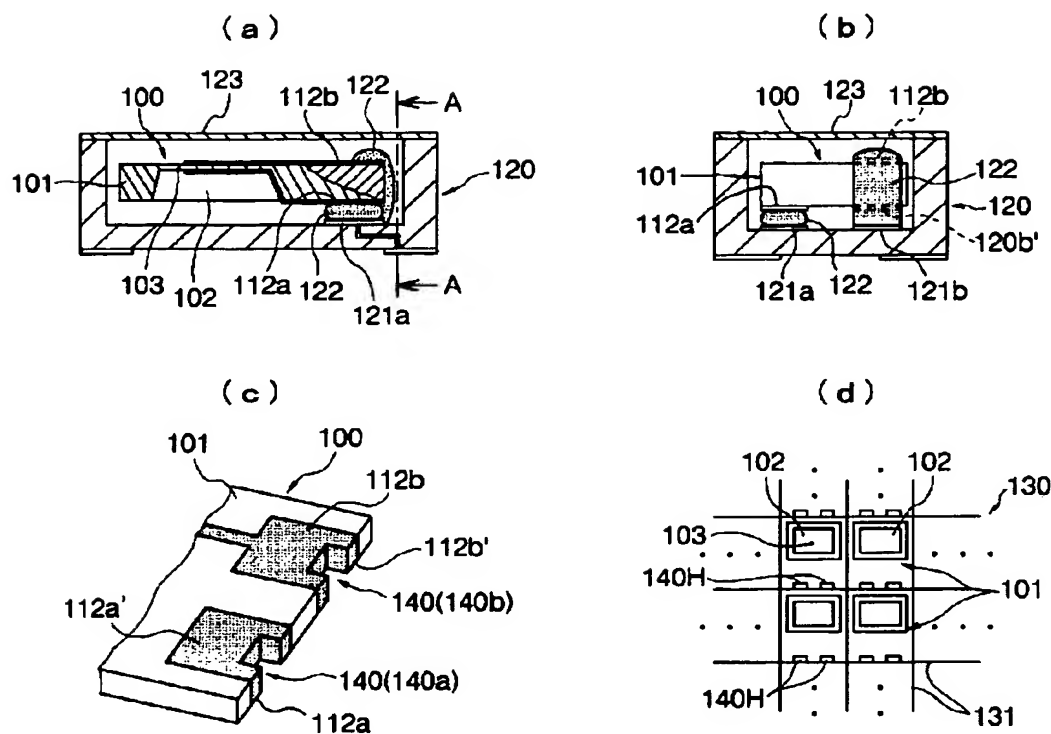
【図 9】



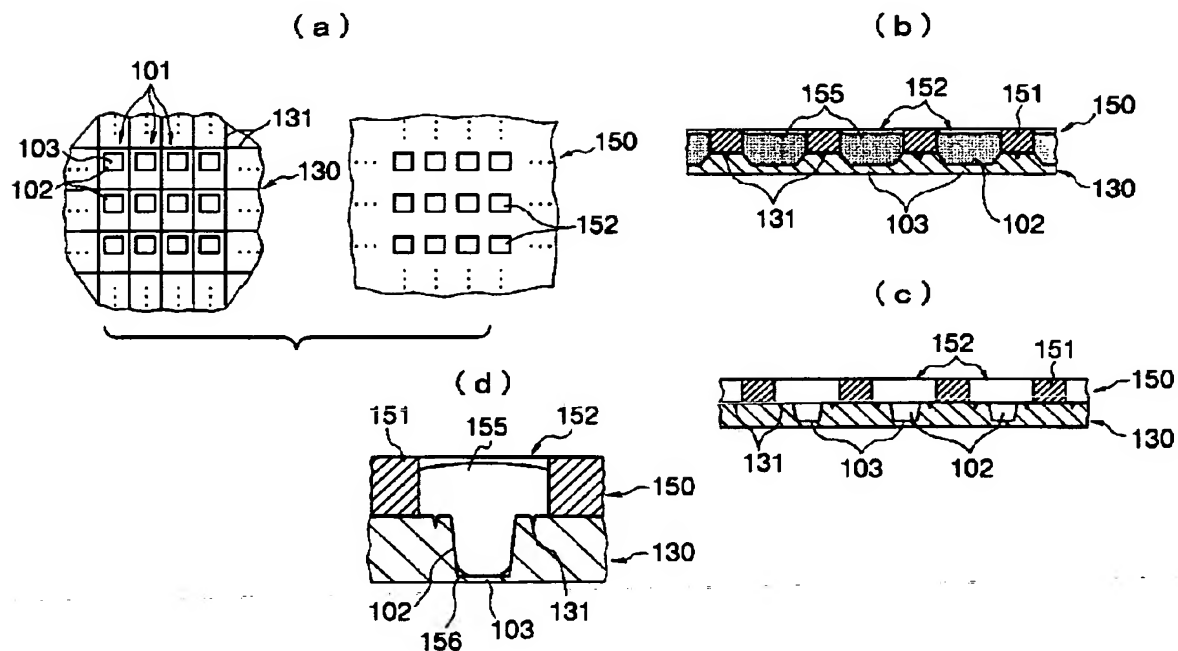
【図 10】



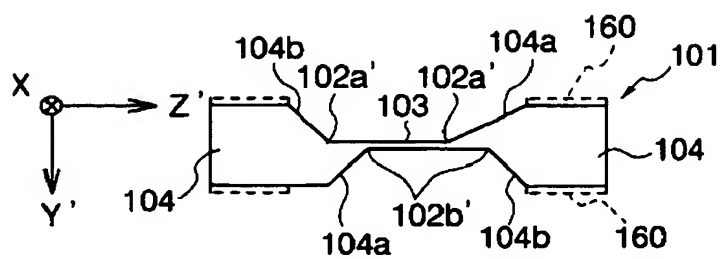
【図 1 1】



【圖 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異方性圧電結晶材料から成る圧電基板面にエッチングによって凹陷部を形成することによって振動部を形成した超小型の圧電基板を、大面積の圧電基板ウェハを用いたバッチ処理により量産する場合に、凹陷部を包囲する環状部の肉厚を十分に確保して分割時のひび割れを防止する。

【解決手段】 薄肉の振動部 4 と、振動部の外周縁を一体的に包囲する厚肉の環状部 5 と、を備えることにより、少なくとも一方の主面側に凹陷部 3 を形成した圧電基板 2 であって、異方性を有した圧電結晶から成るものにおいて、環状部は、一方の結晶軸方向側の内壁 5 a が、これと直交する他の結晶軸方向側の内壁よりも緩やかな傾斜角度を備えており、圧電基板の外形寸法は、他の結晶軸方向の基板長さよりも、一方の結晶軸方向の基板長さが長い。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 3 2 6 0 6 6 |
| 受付番号 | 5 0 2 0 1 6 9 4 1 9 1 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第八担当上席 0 0 9 7 |
| 作成日 | 平成 1 4 年 1 1 月 1 1 日 |

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年11月 8日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 2 6 0 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 1 0 4]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 6 月 2 8 日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目 4 8 4 番地
氏 名 東洋通信機株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 5 年 1 0 月 7 日
[変更理由] 名称変更
住 所 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目 4 8 4 番地
氏 名 エプソントヨコム株式会社